

**ANALISIS HASIL PENGECORAN IMPELLER POMPA  
ROTARY SENTRIFUGAL MATERIAL BESI COR  
KELABUDENGAN MEDIA CETAKAN PASIR CO<sub>2</sub>**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Pendidikan Guru Sekolah Dasar Fakultas Keguruan dan Ilmu  
Pendidikan**

**Oleh:**

**WIDYA ARDIANTO**  
**D200120168**

**FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK MESIN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2020**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**ANALISIS HASIL PENGECORAN IMPELLER POMPA ROTARY  
SENTRIFUGAL MATERIAL BESI COR KELABUDENGAN MEDIA  
CETAKAN PASIR CO<sub>2</sub>**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Diajukan Oleh:

**WIDYA ARDIANTO**  
**D200120168**

Telah diperiksa dan siap untuk diuji oleh :

Surakarta, September 2020

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'B' followed by a horizontal line with a small upward tick at the end.

**Bambang Waluyo F,S.T., M.T.**  
**NIK.735**



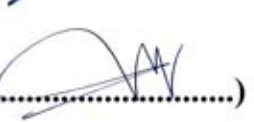
**ANALISIS HASIL PENGECORAN IMPELLER POMPA ROTARY  
SENTRIFUGAL MATERIAL BESI COR KELABUDENGAN MEDIA  
CETAKAN PASIR CO<sub>2</sub>**

Diajukan Oleh:

**WIDYA ARDIANTO**  
**D200120168**

**Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Senin, September 2020  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

- |   |  |
|---|--|
| 1. Bambang Waluyo F,S.T., M.T.<br>(Ketua Dewan Penguji)         | (.....  )  |
| 2. Ir Pramuko Ilmu Purboputro M.T.<br>(Anggota I Dewan Penguji) | (.....  ) |
| 3. Agung Setyo Darmawan S.T,M.T<br>(Anggota Ii Dewan Penguji)   | (.....  ) |



Dekan

  
**Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa artikel publikasi yang saya serahkan ini benar-benar hasil karya saya sedniri dan bebas plagiat karya orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu/dikutip dalam naskah dan disebutkan pada daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti artikel publikasi ini hasil plagiat, saya bertanggung jawab sepenuhnya dan bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surakarta, September 2020

Yang menyatakan

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Widya', with a stylized flourish at the end.

**Widya Ardianto**

## **ANALISIS HASIL PENGECORAN IMPELLER POMPA ROTARY SENTRIFUGAL MATERIAL BESI COR KELABU DENGAN MEDIA CETAKAN PASIR CO<sub>2</sub>**

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan ukuran desain pola pada pembuatan impeller pompa rotary sentrifugal. Mengetahui karakteristik besi cor kelabu dari hasil pengujian komposisi kimia, foto mikro dan kekerasan. Mengetahui rata-rata persentase penyusutan yang terjadi pada hasil coran. Pada proses pengecoran diawali dengan mengumpulkan data tentang pengecoran, setelah itu menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan. Kemudian mendesain pola cetakan menggunakan solid work untuk mengetahui ukuran cetakan yang akan dibuat. Melakukan proses pengecoran dan melakukan perhitungan persentase penyusutan pada produk cor. Tahap berikutnya melakukan pengujian komposisi kimia, kekerasan dan foto mikro pada material besi cor kelabu. Dari hasil pengecoran tersebut desain pola cetakan dibuat dengan ukuran yang lebih besar untuk mengantisipasi penyusutan saat proses pengecoran dan bagian yang masih memerlukan proses finishing. Pengecoran impeller mengalami rata-rata persentase penyusutan 1,03 % atau 1,31 mm.

**Kata kunci** : besi cor kelabu, persentase penyusutan, kekerasan, impeller pompa rotary sentrifugal

### **Abstract**

This study aims to determine the size of the pattern design in the manufacture of centrifugal rotary pump impellers. Knowing the characteristics of gray cast iron from the results of chemical composition, micro photo and hardness test. Knowing the average percentage of shrinkage that occurs in castings. In the casting process begins by collecting data about the casting, then prepare the tools and materials needed. Then design the pattern of the mold using solid work to determine the size of the mold to be made. Perform the casting process and calculate the percentage of shrinkage in the cast product. The next step is to test chemical composition, hardness and micro photos on gray cast iron material. From the casting results the design of the mold pattern is made with a larger size to anticipate shrinkage during the casting process and parts that still require finishing process. The impeller casting experiences an average shrinkage percentage of 1.03% or 1.31 mm.

**Keywords:** gray cast iron, shrinkage percentage, hardness, centrifugal rotary pump impeller

## 1. PENDAHULUAN

Di era modern sekarang ini permintaan terhadap sebuah komponen sangat tinggi, namun jika membeli komponen asli dari produsen harganya sangat mahal, sehingga perlu dilakukan penelitian guna dapat menghasilkan komponen yang dibutuhkan secara mandiri melalui cara pengecoran ulang terhadap komponen bekas yang sudah rusak untuk menghemat biaya serta mengurangi limbah dari komponen-komponen yang sudah tidak terpakai lagi.

Industri pengecoran logam merupakan industri hulu dan industri yang menjadi tumpuan bagi industri barang modal khususnya industri komponen. Proses pengecoran adalah proses terbentuknya logam dengan cara mencairkan padat dalam tungku dengan temperatur tinggi, kemudian menuangkan logam cair ke dalam cetakan dan dibiarkan membeku.

Salah satu bahan yang bisa di proses pengecoran ulang yaitu besi cor kelabu. Besi cor kelabu memiliki kadar silikon yang tinggi yaitu antara 1,5 sampai 3% dan kadar mangan yang rendah. Karena itu pembentukan karbon bebas jadi meningkat.

Semua proses manufaktur diawali dari suatu perancangan atau desain produk. Termasuk proses pengecoran yang memiliki beberapa tahapan dalam perancangan dan desain produknya. Karena proses pengecoran masing-masing bahan memiliki perancangan dengan karakter berbeda-beda pada setiap desain produk cor dan desain pola (*pattern*).

Salah satu dari desain pola yang bisa digunakan adalah pola yang terbuat dari kayu, karena pola dari kayu ekonomis, mudah dibuat, dan dapat dipakai berulang kali, sedangkan untuk pola sterofoam mudah dibuat namun pemakaiannya hanya sekali pakai, dan pola yang terbuat dari logam biaya yang dibutuhkan untuk pembuatannya terlalu mahal. Namun jika ingin memproduksi secara massal lebih baik menggunakan pola dari bahan logam karena tentunya pola dari logam akan lebih tahan lama.

Rosyidi Cucuk (2003) menyatakan Penetapan permukaan pisah, jika tidak memungkinkan pembuatan pola secara tunggal maka pola tersebut dibelah. Penetapan permukaan atau bidang pisah harus memperhatikan ketentuan-

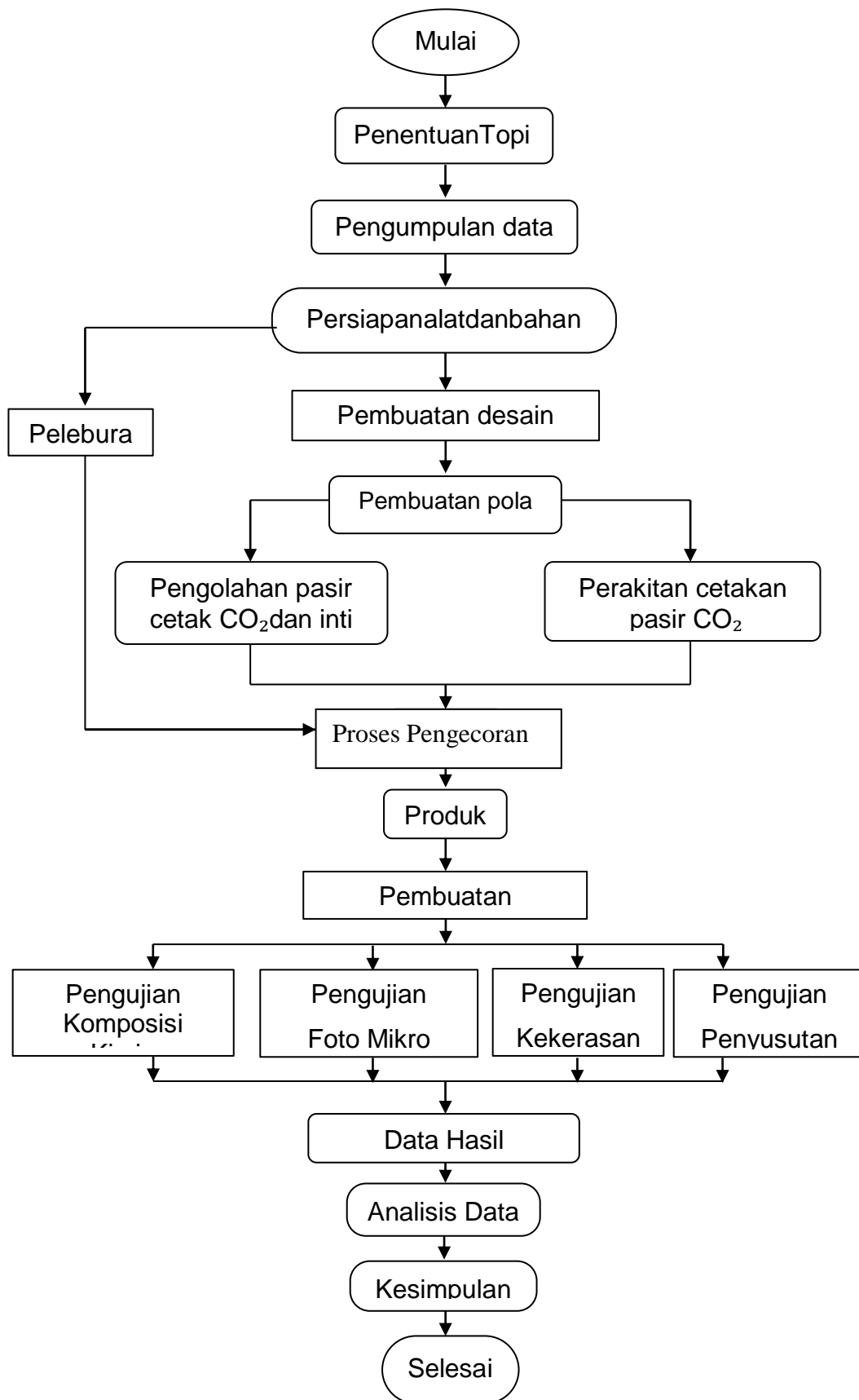
ketentuan yang meliputi (a) pola mudah dikeluarkan dari cetakan, (b) permukaan pisah harus satu bidang, agar memudahkan pencetakan, (c) jumlah permukaan pisah diusahakan sedikit-dikitnya, agar menghemat waktu proses pembuatan cetakan, (d) pemasangan inti harus mudah dan kedudukan (telapak) inti harus kuat sehingga tidak terjadi pergeseran inti sewaktu penuangan logam cair. Pengaruh penyusutan, penyusutan terjadi karena proses pembekuan dan pendinginan logam cair.

Pembuatan pasir cetakan  $\text{CO}_2$  membutuhkan *water glas* 3 sampai 6% ditambahkan pada pasir silika yang mempunyai kadar lempung sesedikit mungkin dan dicampur dengan mempergunakan pengaduk pasir. Butir-butir pasir lebih baik agak bundar. *Water glas* yang dipakai harus mempunyai perbandingan molekul  $\text{SiO}_2$  dan  $\text{Na}_2\text{O}$  lebih dari 2,5, dan air yang bebas dibawah 50%. Pencampuran pasir silika dan *water glass* dilakukan selama kurang dari 5 menit.

Bahan yang dipakai untuk membuat cetakan sangat bervariasi. Beberapa contoh diantaranya dibuat dari bahan logam, kayu, pasir, semen dan sebagainya. Dari masing-masing bahan cetakan ini memiliki pengaruh terhadap kualitas hasil produk coran logam cair. Kualitas ini terutama sifat mekanis dan cacat yang terbentuk selama proses pengecoran. Maka diambil langkah melakukan pembuatan pola produk *pompa rotary sentrifugal* dengan material kayu dan proses pembuatan cetakan dengan mencampur pasir silika dan air kaca kemudian dikeraskan dengan gas  $\text{CO}_2$

## **2. METODE**

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan cara penelitian yang mempunyai rancangan untuk mendapatkan data yang aktual dengan langkah - langkah yang telah direncanakan dengan sistematis. Proses penelitian ini akan dijelaskan dalam diagram alir yang mengilustrasikan langkah-langkah proses penelitian tugas akhir mulai dari mempersiapkan penentuan topik sampai dengan pembahasan masalah serta kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan. Sehingga akan lebih mudah untuk mengetahui langkah-langkah yang akan diambil dalam proses penelitian diagram alir sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengujian Komposisi Kimia

Selesai melakukan proses pengecoran, tahap berikutnya yaitu melakukan uji *spectometri* untuk mengetahui komposisi kimia yang terdapat dalam produk hasil cor. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Departemen Teknik Mesin dan Industri Teknik UGM. Diperoleh data hasil uji sebagai berikut :

Tabel 1 Hasil Uji *spectometri* (Komposisi Kimia)

No	Unsur	sampel uji kandungan %
1	C	2,7693
2	Si	1,7665
3	S	0,0546
4	P	0,0794
5	Mn	0,3904
6	Ni	0,0349
7	Cr	0,0547
8	Mo	0,0025
9	Cu	0,0774
10	W	0
11	Ti	0,0259
12	Sn	0,01
13	Al	0,0019
14	Nb	0,0009
15	V	0,0224
16	Co	0,0056
17	Pb	0,0024
18	Ca	0,0005
19	Zn	0,0054
20	Fe	94,69

Besi cor kelabu terdapat 20 unsur, tetapi hanya 4 unsur yang dominan yaitu Fe, C, Si, Mn. Dilihat dari unsur yang ada pada material ini dapat digolongkan logam besi cor kelabu paduan besi (Fe-C). Pengaruh kandungan besi cor kelabu (C) 2,7693% akan menaikkan nilai tensile pada produk cor. Dari data diatas unsur yang paling dominan adalah Fe-C. Pengaruh besi (Fe) 94,69% dalam

besi cor kelabu yaitu penurunan sifat mekanis, penurunan kekuatan tarik, meningkatkan kekerasan pada hasil produk coran, dan meningkatnya cacat porositas. Pengaruh silikon (Si) 1,7665% mempunyai pengaruh baik dan mempermudah pengecoran, memperbaiki karakteristik atau sifat-sifat produk coran, menurunkan penyusutan dalam coran, meningkatkan ketahanan korosi dan meningkatkan kekerasan dengan cara perlakuan panas. Sedangkan pengaruh buruk yang ditimbulkan dalam penambahan silikon adalah terjadinya keuletan dari material terhadap beban kejut dan coran cenderung rapuh jika kandungannya terlalu tinggi. Pengaruh kandungan magnesium (Mn) 0,3904% menghasilkan efek yang baik pada peningkatan kekerasan produk cor, memperbaiki kekuatan tarik dan mengurangi ketahanan.

### 3.1 Volume Penyusutan Impeller Hasil Pengecoran

Setelah melakukan pengukuran hasil coran langkah berikutnya adalah menghitung nilai penyusutan yang terjadi pada hasil coran tersebut. Perhitungan persentase volume penyusutan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

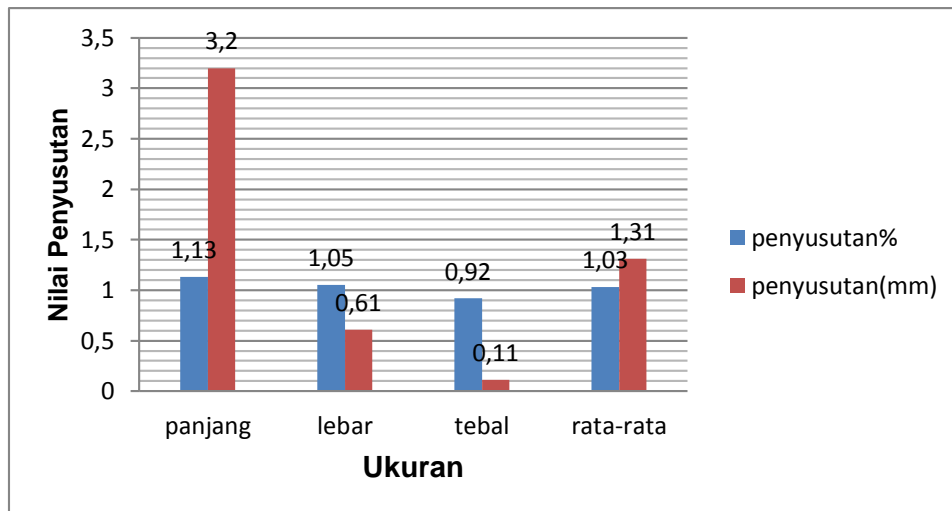
$$S = \frac{(V_{pola} - V_{produk})}{V_{pola}} \times 100\%$$

Hasil keseluruhan dari pengukuran nilai penyusutan dari produk coran diperlihatkan pada table penyusutan di bawah ini.

Tabel 2 Penyusutan hasil coran

Spesimen	Rencanade sain (mm)	Desain pola (mm)	Hasil cor (mm)	Penyusutan (mm)	Penyusutan (%)
Panjang impeller	280	284	280,80	3,20	1,13
Lebar impeller	56,10	58	57,39	0,61	1,05
Tebal impeller	10	12	11,89	0,11	0,92
Rata-rata penyusutan				1,31	1,03

Berikut ini adalah histogram nilai penyusutan hasil pengecoran impeller pompa rotary sentrifugal material besi cor kelabu



Gambar 2 Histogram Nilai penyusutan pengecoran impeller

Pada hasil pengecoran, ukuran panjang impeller mengalami penyusutan paling besar yaitu 1.13% atau 3.20 mm dari pola asli yang berukuran 284 mm. Pada ukuran lebar impeller mengalami penyusutan sebesar 1.05% atau 0.61 mm dari pola asli yang berukuran 58 mm. Sedangkan pada ukuran tebal impeller mengalami penyusutan persentase paling kecil yaitu 0.92% atau 0.11 mm dari pola asli yang berukuran 12 mm.

Dari data table diatas dapat disimpulkan bahwa hasil cor masih lebih besar dari pada rencana desain karena hasil cor tersebut masih memerlukan proses *finishing* dan lebih kecil dari desain pola karena mengalami penyusutan saat proses pengecoran, sedangkan rata-rata persentase penyusutan hasil coran adalah 1,03% (1,31 mm) dari pola asli dengan menggunakan metode pengecoran cetakan pasir CO<sub>2</sub>.

### 3.2 Hasil Uji Kekerasan Vickers

Pada hasil pengujian kekerasan spesimen besi cor kelabu, pengujian kekerasan menggunakan uji kekerasan *Vickers* dengan beban 1kgf, waktu penekanan 15 detik. VHN dapat ditentukan dengan persamaan berikut :

$$VHN = \frac{2P \sin(\frac{\theta}{2})}{D^2} = \frac{(1,854)P}{D^2}$$

Dengan: P=beban yang digunakan (kgf)

D=panjang diagonal rata-rata (micrometer)

$\theta$ =sudut permukaan intan yang berhadapan= $136^\circ$   
 perhitungan kekerasan vickers pada titik 1:

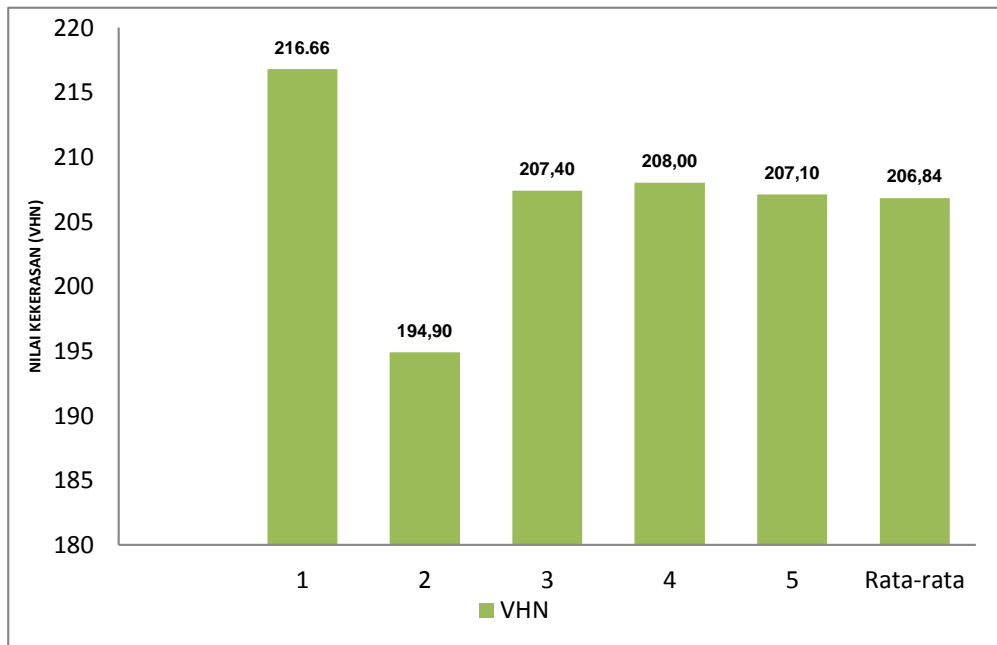
$$\begin{aligned} \text{VHN} &= \frac{2P \sin(\frac{\theta}{2})}{D^2} = \frac{(1,854)P}{D^2} \\ &= \frac{(1,854)1}{(\frac{94,32+90,69}{2})^2} \\ &= \frac{1,854 \text{ kgf/mm}}{92,505^2 (\text{micrometer})} \\ &= \frac{1,854}{0,092505^2} \\ &= 216,66 \end{aligned}$$

Hasil pengujian kekerasan *Vickers* dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 3 Data Uji Kekerasan Vickers pada Spesimen Besi Cor Kelabu

Spesimen	Titik	Test Load (Kgf)	Dwell Time (detik)	Diagonal 1 (micrometer)	Diagonal 2 (micrometer)	VHN
Besi Cor Kelabu	1	1	15	94,32	90,69	216,66
	2			96,75	98,38	194,90
	3			95,00	94,13	207,40
	4			93,82	95,13	208,00
	5			94,25	95,00	207,10
Rata-rata				94,83	94,67	206,84

Berikut ini adalah histogram nilai kekerasan hasil dari pengujian kekerasan Spesimen besi cor kelabu



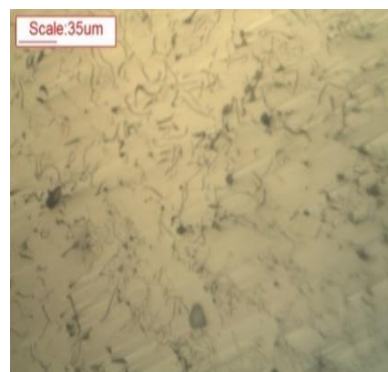
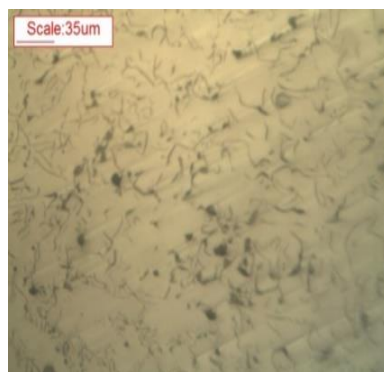
Gambar 3 Histogram Nilai Kekerasan Spesimen besi cor kelabu

Dari histogram uji kekerasan menunjukkan nilai-nilai kekerasan pada tiap titik specimen besi cor kelabu memiliki nilai kekerasan yang berbeda. Dan dari data tersebut dapat diperoleh bahwa pada titik 1 mempunyai nilai kekerasan paling tinggi disbanding daerah lainnya, yaitu 216,66 VHN. Sedangkan kekerasan paling rendah pada titik 2 dengan nilai kekerasan 194,90 VHN. Rata-rata nilai kekerasan yang didapat pada 5 titik dari hasil pengujian 206,84 VHN.

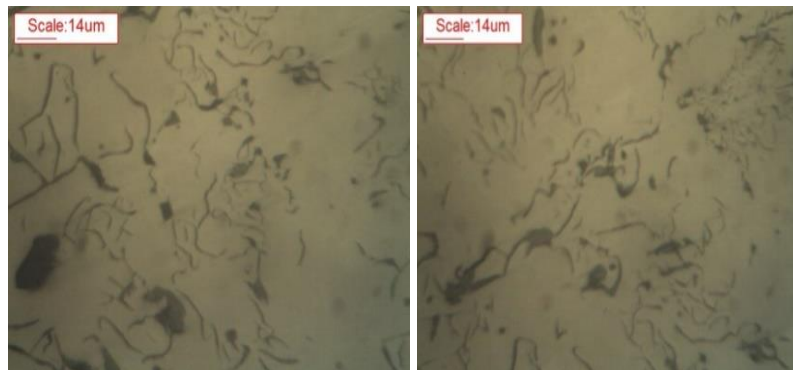
### 3.3 Hasil Foto Mikro (Metalografi)

Pengamatan struktur mikro dilakukan menurut pengujian metalografi untuk bahan besi cor kelabu pada saat sebelum di etsa dan sesudah di etsa dengan pembesaran 20 kali dan 50 kali didapatkan gambar seperti yang terlihat pada gambar 4.3 sampai gambar 4.6. dibawah ini

a) Sebelum di etsa

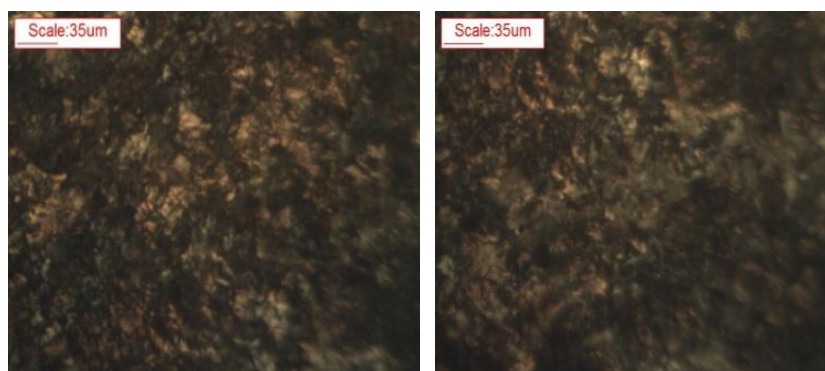


Gambar 4 Foto mikro sebelum dietsa pada pembesaran 20 kali.

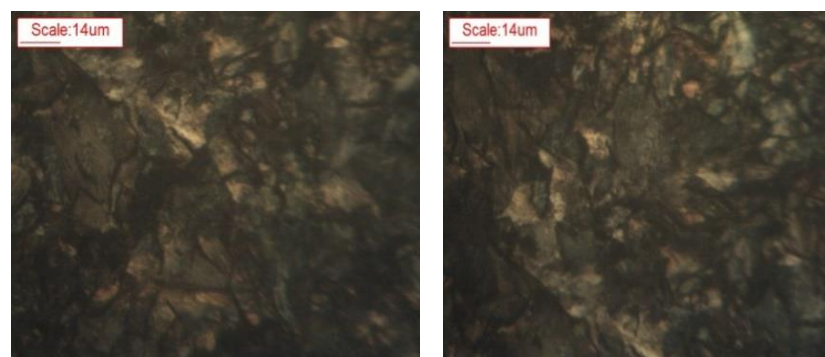


Gambar 5 Foto mikro sebelum dietsa pada pembesaran 50 kali.

b) Sesudah dietsa



Gambar 6 Foto mikro sesudah dietsa pada pembesaran 20 kali



Gambar 7 Foto mikro sesudah dietsa pada pembesaran 50 kali

Hasil pengamatan secara metalografi dengan menggunakan mikroskop optik pada gambar tampak jelas bahwa membentuk serpih-serpih memanjang bervariasi. Bentuk grafit ini menjadi ciri khas dari besi cor kelabu. Salah satu

karakteristik dari besi cor kelabu adalah bidang patahan. Patahan terjadi dengan rambatan yang melintasi satu serpih ke serpih yang lainnya. Karena sebagian besar permukaan patahan melintasi serpih-serpih grafit, maka permukaan berwarna kelabu. Serpihan grafit yang dimiliki besi cor kelabu menyebabkan keuletan bahan menjadi sangat rendah.

#### **4. PENUTUP**

##### **4.1 Kesimpulan**

Kesimpulan yang dapat diambil dari laporan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Desain pola cetakan impeller dibuat dengan ukuran yang lebih besar dari ukuran impeller untuk mengantisipasi penyusutan saat proses pengecoran dan bagian yang masih memerlukan proses finishing. Ukuran pola cetakan impeller panjang 284 mm, lebar 58 mm, tebal 12 mm sedangkan ukuran impeller panjang 280 mm, lebar 56,10 mm dan tebal 10 mm.
- b. Dari hasil pengujian komposisi kimia besi cor kelabu mempunyai beberapa unsur yang dominan antara lain (Fe) 94,65 %, (C) 2,7693%, (Si) 1,7665 %, (Mn) 0,3904%.
- c. Rata-rata nilai kekerasan Vickers besi cor kelabu adalah 206,84 VHN
- d. Hasil pengamatan secara metalografi tampak jelas bahwa membentuk serpih-serpih memanjang bervariasi. Bentuk grafit ini menjadi ciri khas dari besi cor kelabu. Salah satu karakteristik dari besi cor kelabu adalah bidang patahan. Patahan terjadi dengan rambatan yang melintasi satu serpih ke serpih yang lainnya. Karena sebagian besar permukaan patahan melintasi serpih-serpih grafit, maka permukaan berwarna kelabu. Serpihan grafit yang dimiliki besi cor kelabu menyebabkan keuletan bahan menjadi sangat rendah.
- e. Rata-rata persentase volume penyusutan hasil coran impeller adalah 1,03 % atau 1,31 mm dari desain pola dengan menggunakan metode pengecoran cetakan pasir  $CO_2$ .

## 4.2 Saran

Dalam melakukan penelitian, penulis mempunyai beberapa saran yang mungkin dapat digunakan untuk memaksimalkan penelitian antara lain:

- a. Pada saat akan memulai proses pembuatan produk sebaiknya terlebih dahulu mempelajari teknik-teknik dan prosedur yang digunakan pada proses pengecoran logam, sehingga mengurangi tingkat kesalahan dan menghasilkan produk yang memuaskan.
- b. Pengujian supaya ditempat yang terpercaya dan menggunakan alat pengujian yang terbaru agar mendapatkan data yang akurat.
- c. Data-data yang di dapat sebaiknya dilakukan kajian ulang supaya data dan hasil yang di dapat lebih sempurna.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amshori,N.C.(2014). Metalurgi. Di petik Juli 24, 2016, dari Pola Pengecoran:<http://nandachoirul.blogspot.co.id/2014/10/proses-pengecoran-bagian-2-pola.html>
- Darmawan Harley, 2016. “Perbedaan Ketahanan Aus Piston Genuine Part dan Piston Imitasi Terhadap Piston Daur Ulang”, Skripsi, Jurusan Teknik Mesin. Universitas Muhammadiyah Surakarta 2016.
- Hanung Aviv W., 2014, ”Proses Pembuatan Cetakan Dengan CO2”, Skripsi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Hidayat T., Sugeng Slamet. 2010. Pengaruh Model Saluran Tuang Pada Cetakan Pasir Terhadap Hasil Cor Logam. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UMK-Kudus.
- Murjoko.,2012. Kajian Letak Saluran Masuk (*In-gate*) Terhadap Cacat Porositas, Kekerasan dan Ukuran Butir Paduan Almunium Pada Pengecoran Menggunakan Cetakan Pasir. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.